

デジタルシミュレーションを用いたオートマチック車・運転者システムのモデル化

九州大学工学部 ○学生員 寺町 賢一

九州大学工学部 正 員 角 知憲

九州大学工学部 学生員 棚田 裕宣

九州大学工学部 正 員 壇 和喜

1. はじめに

国内における自動車の普及率は年々高くなり、交通騒音や渋滞など自動車の環境に与える影響が無視できないものになっており、様々な社会問題が生じている。中でもオートマチック車の割合はかなり高く、既に普通車においてはマニュアル車の数を越えており、最終的には全体の9割程度を占めるだろうといわれている。このため自動車の発進挙動の研究に際し、オートマチック車の考慮が重要となる。そこで、本論文ではマニュアル車のモデルをもとにオートマチック車のモデル化を行うものである。

2. オートマチック車の発進挙動モデル

オートマチック車の発進挙動モデルを図-1に示す。図中において e^{-sL} は人の反応遅れを表し、 H_v は目標速度 V_L と現在速度 V_F の差に対する人の応答関数、また H_a は現在加速度 a に対する人の応答関数を表している。 $G_2(s)$ は人の2次遅れを表す関数であり、時定数 P を用いることにより $G_2(s) = 1 / (1 + P \cdot s)^2$ と表される。 $A \cdot K_v$ は自動車性能に関する定数であり、駆動力 F 、燃料消費量を G 、速度を V とすると、 $F = A \cdot G - K_v \cdot V$ と表される。 M は自動車の走行時における換算質量で、 ε を自動車の走行時における車両回転系の換算重量率、 W_1 を車両重量、 W_2 を車両総重量とおくと、 $M = \{ (1 + \varepsilon) W_1 + (W_2 - W_1) \} / g$ で表される。 $M \cdot s$ 、 K_1 はそれぞれ換算質量、速度に対する走行抵抗係数である。 s と H_a を結ぶフィードバック経路はドライバーが加速度にตอบสนองしてアクセルを操作すること、また K_v と $1/e$ を結ぶフィードバック経路は駆動力の機械的な損失を表すものである。ここで e は速度比を表している。図-2はトルクコンバータの性能曲線を表しており、速度比に対するポンプ軸トルクとタービン軸トルクの比を表している。

このモデルを微分方程式であらわし、ルンゲ・クッタ法により逐次計算を行うことで理論速度・加速度を求めるものである。

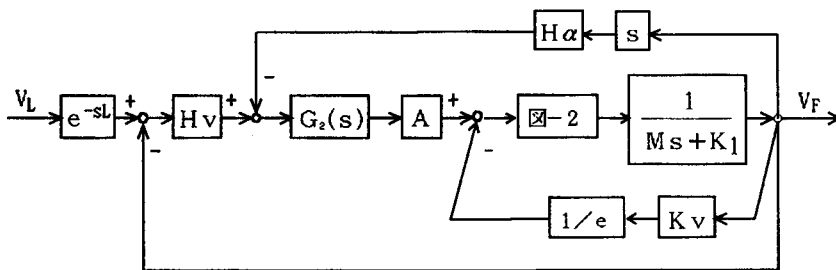


図-1 オートマチック車の発進挙動モデル

3. オートマチック車の変速タイミング

変速タイミングを考慮し、それを組み込む事はモデルの実用性を高める上で重要なことである。

オートマチック車のギアチェンジは複雑な油圧制御によって行うものがあるが、最近では主に電子制御により、車速とスロットル開度によって自動的に切り替わるものが増えている。図-3はその例を示したもので、図中のラインを境界として変速が自動的に決定される。

そこでデジタルシミュレーションにおいて車速とスロットル開度を逐次求めることによって、変速タイミングをモデルに組み込むものである。

4. モデルの解析

オートマチック車のモデルはトルクコンバータの存在により非線形要素を含み、また変速を連続的におこなうため、その解析はマニュアル車に比べて容易でない。

そこでまず基本的なモデルであるマニュアル車についてデジタルシミュレーションを行い理論加速度、速度を求めることとした。その結果が図-4、図-5である。これをもとにオートマチック車のシミュレーションをおこなうが、その結果については当日会場において発表する予定である。

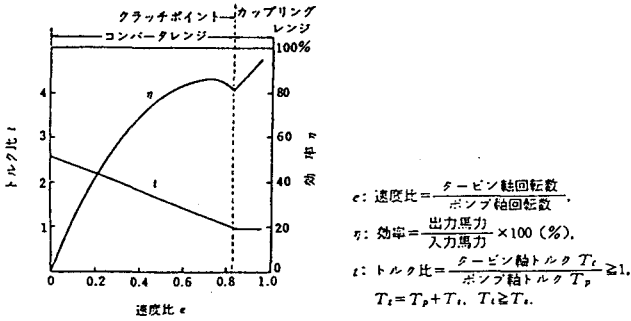


図-2 トルクコンバータの性能曲線

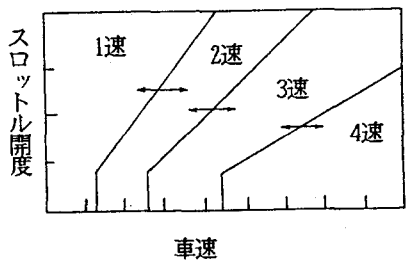


図-3 電子制御 トランスミッション

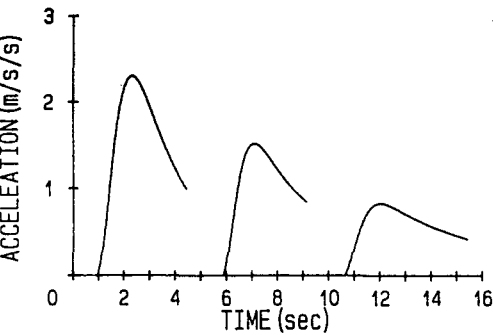


図-4 加速度の理論値

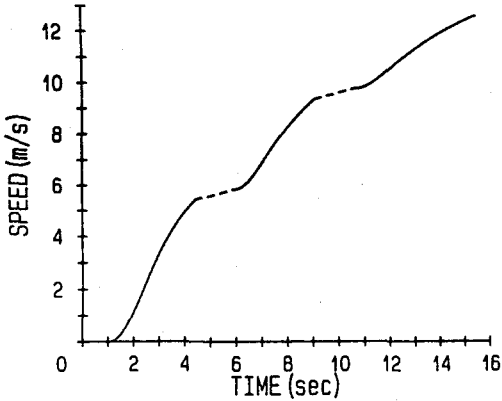


図-5 速度の理論値